

نخستین درس در ستاره شناسی - بخش چهارم

درس یازدهم: تاریخچه مختصر کیهان

دکتر حسین شناور



قطب کشوری نجوم پژوهش سراهای دانش آموزی



پژوهش سرای دانش آموزی امام جعفر صادق (ع) کهنان



مدیریت آموزش و پرورش شهرستان گلبهار

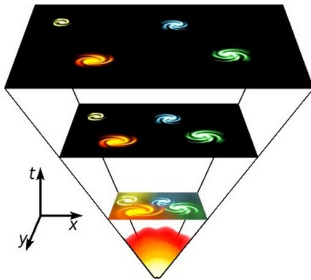
۱ درس یازدهم: تاریخچه مختصر کیهان

- ذرات در کیهان داغ آغازین

● مروری بر مهبانگ

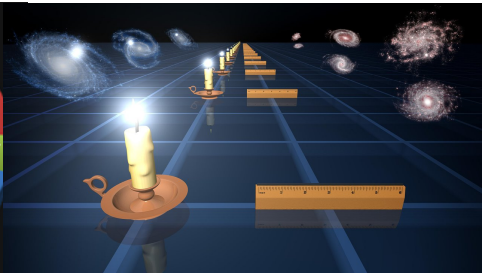
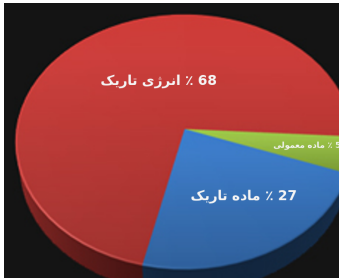
● تورم کیهانی

آنچه گذشت: انرژی تاریک



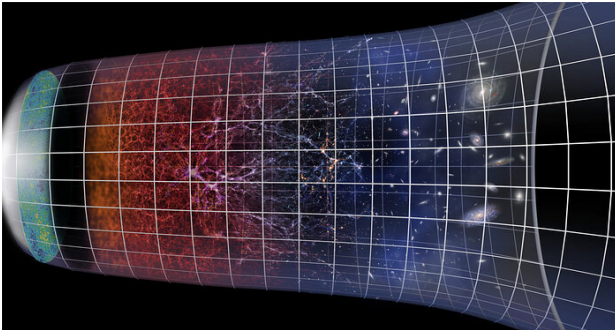
• در درس قبل درباره این موضوعات بحث کردیم:

- ۱. تکنیکی آغازین
- ۲. انبساط کیهان در فواصل کوچک و بزرگ
- ۳. ابرنواخترهای نوع Ia
- ۴. انبساط شتابدار کیهان و انرژی تاریک
- ۵. مدل استاندارد و ثابت کیهان شناسی
- ۶. هندسه، انحنا و سرنوشت کیهان
- ۷. قرمزگرایی و افق کیهانی



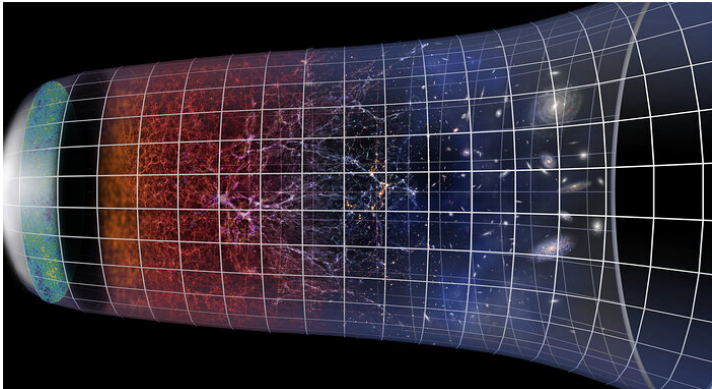
فهم مهبانگ

- با دانسته های کنونی می توانیم گذشته کیهان را تا حد بسیار خوبی، یعنی تا لحظات ابتدایی مهبانگ، توضیح دهیم.
- در ابتدا ممکن است چنین ادعایی اغراق آمیز به نظر برسد. ولی، فرایند کار در اینجا نیز شبیه به بخش های دیگر علم است: ما سرنخ ها، مشاهدات و تخمین هایی بر اساس مشاهدات خود از کیهان در حال حاضر داریم. حال با دانستن قوانین فیزیک و داشتن ابزارهای ریاضیاتی لازم، می توانیم معادلات فیزیک را در جهت معکوس زمان حل کرده و از رفتار کیهان در گذشته سر در بیاوریم.



فهم مهبانگ

- برای درک درست دوره های متفاوت تحول کیهان باید تقریباً همه فیزیک و نجوم را به کار گیریم و در این راه نیاز به ریاضیات بسیار پیچیده ای داریم. ولی نتیجه به دست آمده بسیار ارزشمند است و تا حد بسیار خوبی با مشاهدات مطابقت دارد. در این درس، در ابتدا رفتار ذرات در دماهای زیاد را بررسی کرده و سپس مهبانگ و تورم کیهانی را بحث می کنیم.



کیهان داغ آغازین

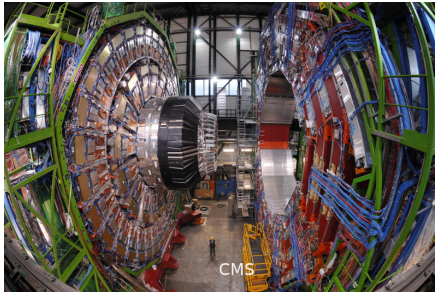
رویدادهای مهم کیهان



© 2009 Stuart J. Robbins

همانطور که در درس های قبلی گفته شد، کیهان در حال انبساط است. بنابراین، کیهان باید در گذشته کوچکتر، متراکم تر و داغ تر بوده باشد. در لحظاتی (آزاد شدن تابش زمینه کیهانی) کیهان به اندازه سطح ستارگان داغ بوده است. در زمان های قبلتر، دمای کیهان حتی از دمای مرکز ستارگان نیز بیشتر بوده است. اگر باز هم در گذشته کیهان بیشتر پیش برویم، در زمان هایی کیهان از قلب ابرنواختر نیز داغ تر بوده است. و در لحظات ابتدایی مهبانگ، کیهان چنان داغ بوده است که دمای قلب ابرنواختر در مقابل آن ناچیز بوده است! همه این دوره ها، اثرات مشخصی را در کیهان به جا گذاشته اند که حتی در حال حاضر هم قابل مشاهده و تایید هستند.

شتاب دهنده های ذرات: فهم جهان بسیار کوچک



بیشتر اطلاعات ما درباره رفتار ذرات در دماهای بسیار زیاد از شتاب دهنده های عظیم ذرات به دست آمده اند. وقتی کیهان بسیار جوان و بسیار داغ بود، ذرات به صورت مداوم با سرعت های بسیار زیاد با هم برخورد می کردند و در اثر این برخوردها ذرات دیگر به وجود می آمدند. این دقیقا همان کاری است که شتاب دهنده های ذرات انجام می دهند. هرچقدر شتابدهنده های ما بتوانند ذرات را به انرژی های بزرگتر برسانند، سرعت نهایی ذرات بزرگتر خواهد بود و در نتیجه جهان آغازین در مراحل ابتدایی تر شبیه سازی خواهد شد.

یکی از اصلی ترین دلایل ساخت شتابدهنده های بزرگ آزمودن فرضیه های کیهان آغازین است. فیلم ۱ را ببینید.

گذشته کیهان

رویدادهای مهم کیهان



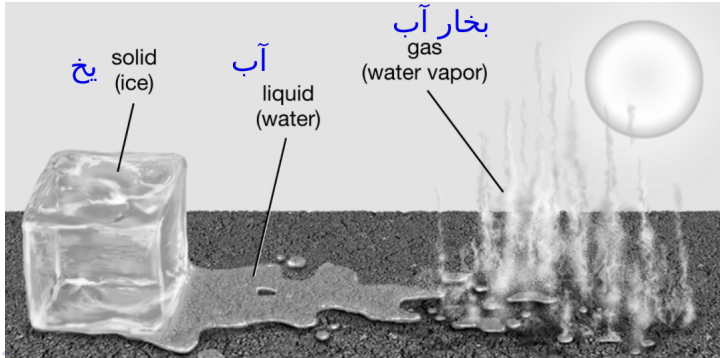
با نگاه به جهان اطراف خود (در فاصله های دور و نزدیک) چه نتایجی می توانیم درباره مهبانگ به دست آوریم؟

پاسخ: در ابتدای مهبانگ، کیهان به صورت غیرقابل تصویری داغ و چگال بوده است. فیزیک چنین محیطی کاملاً متفاوت از فیزیک دنیای ماست زیرا می دانیم وقتی انرژی موجود در محیط تغییر می کند، رفتار ذرات عوض شده و حتی ممکن است سرشت ذرات تشکیل دهنده محیط تغییر کند.

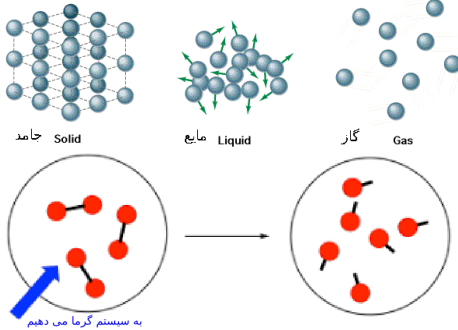
مثال بسیار ساده زیر را در نظر بگیرید.

تغییر فاز در فیزیک

- اگر به یک قطع یخ گرما دهیم، یخ به آب تبدیل می شود. این پدیده را در فیزیک تغییر فاز و یا گذار فاز می نامند. در گذار فاز، حالت ماده توسط انتقال گرما تغییر می کند.
- اگر گرمای بیشتری به سیستم دهیم، بخار آب تولید خواهد شد. این پدیده هم یک گذار فاز است.
- هر سه حالت یخ، آب و بخار آب از مولکول های آب (H_2O) تشکیل شده اند؛ ولی، این سه حالت رفتار متفاوتی از خود نشان می دهند.



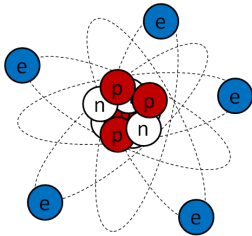
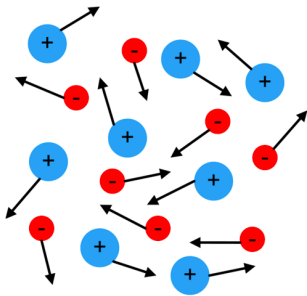
اثر گرما



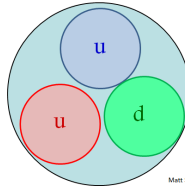
وقتی ماده ای را گرم می کنیم، عملاً به ذرات تشکیل دهنده ماده انرژی بیشتری برای حرکت می دهیم. اگر جسم جامد باشد، گرم کردن جسم باعث افزایش حرکت مولکول های جامد شده تا حدی که سرانجام جسم به حالت مایع در می آید. در حالت مایع نیز ذرات همچنان به دلیل نیروهای بین مولکولی به همدیگر پایبند هستند. هرچند، اگر به گرم کردن سیستم ادامه دهیم، مایع به گاز تبدیل می شود. در این حالت نیروی بین مولکولی عملاً از بین می رود و مولکول ها آزاد می شوند. اگر در این حالت گرمای بیشتری به مولکول ها دهیم، پیوندهای مولکولی شکسته شده و سیستم به صورت اتمی در می آید.

اثر گرما

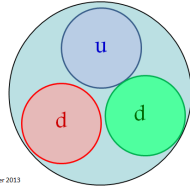
اگر گرمای بسیار بیشتری به سیستم وارد کنیم، گاز تبدیل به پلازما می شود. در این حالت هسته ها و الکترون ها به صورت جداگانه حرکت کرده و با هم برخورد می کنند. اگر باز هم گرمای بیشتری وارد کنیم، حتی هسته ها نیز شکسته و نوترون ها و پروتون ها آزاد خواهند شد. با افزایش بیشتر دما، حتی نوترون ها و پروتون ها نیز به ذرات تشکیل دهنده خود (کوارک) تبدیل می شوند. چنین محیطی را سوپ کوارک-گلئون می نامند. گلئون ذره ای است که نیروی بین کوارک ها را حمل می کند.



پروتون proton



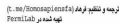
نوترون neutron



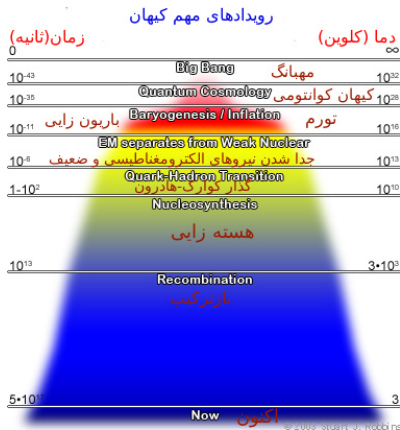
Matt Strassler 2013

نگه توی مدل استاندارد ذرات هستی قدمت رو چشم ما اینجا مآده تاریک و از این جور قرتی بازیا نداریم!

شروع



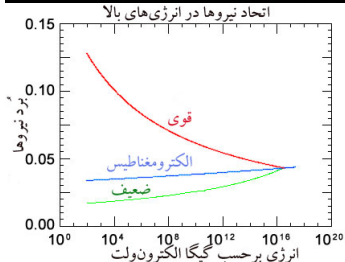
ساعت کیهانی به عقب باز می گردد!



تا آنجا که از فیزیک ذرات بنیادی می دانیم، کوارک ها و الکترون ها ذرات بنیادی هستند. بنابراین نمی توان این ها تجزیه کرد.

حالا اگر ساعت کیهانی را به عقب باز گردانیم، خواهیم دید که با منقبض شدن کیهان، ماده مترکم شده و دما زیاد می شود. با بالا رفتن دما می توان همه این فازها و تغییر فازها در ماده را مشاهده کرده و اثرات آن را بررسی نمود.

مثلا در گذشته، زمانی کیهان چنان گرم بوده است که اتم ها نمی توانسته اند الکترون های خود را حفظ کنند. اگر باز هم در گذشته کیهان بیشتر پیش رویم، زمانی محیط چنان داغ بوده است که حتی هسته ها نمی توانسته اند تشکیل شوند. در این حالت، کیهان از پروتون، نوترون، الکترون و ذرات دیگری تشکیل شده است. حتی قبل تر، کیهان فقط از کوارک ها، گلوئون ها، الکترون ها و ... تشکیل شده است.

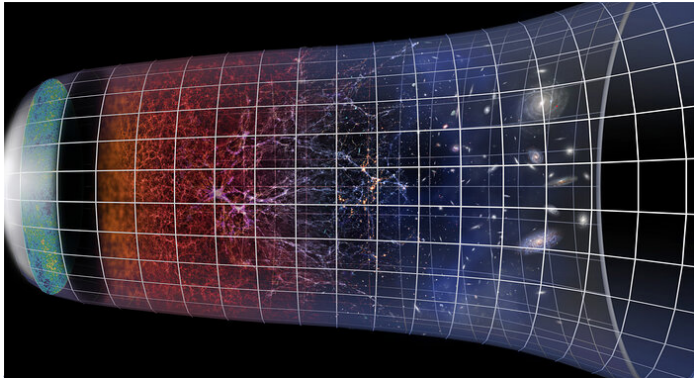


در انتها، برخی نظریه ها (مانند نظریه ریسمان) تلاش می کنند اتحاد هر چهار نیرو در انرژی های فوق العاده را توضیح دهند. البته این اتفاق در $s = ۱۰^{-۲۳}$ s
s پس از مهبانگ رخ خواهد داد!

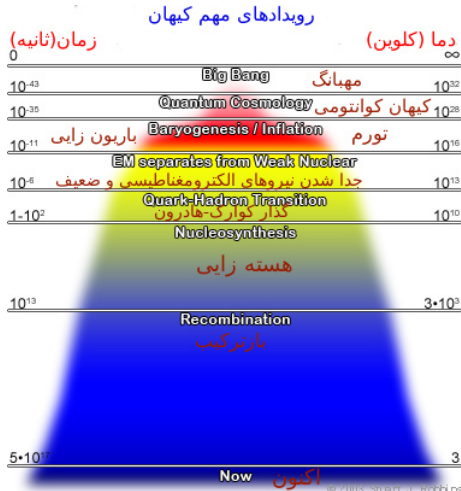
حالا این اتفاقات را از ابتدای مهبانگ مرور می کنیم.

مهبانگ به صورت ساده

- می توان مهبانگ را به طور ساده چنین توصیف کرد: کیهان منبسط و سرد شد، نیروهای چهارگانه از هم جدا شده و به صورت جداگانه عمل کردند، ذرات بنیادی و سپس برخی هسته ها و اتم ها خلق شدند، نور آزاد شد، ساختارها توسط ماده تاریک به وجود آمده و ماده معمولی بعدها در آن سقوط کرده و ستارگان و کهکشان ها تشکیل شدند. حالا درباره این مراحل کمی بیشتر بحث می کنیم (به برخی از این مراحل تحول کیهان پیشتر اشاره کرده ایم).



نخستین ثانیه از عمر کیهان



در نخستین ثانیه عمر کیهان اتفاقات بسیار جالبی رخ داده است. در این دوره چهار نیروی بنیادی طبیعت از هم جدا شده اند. همچنین کیهان یک دوره انبساط و بنابراین سرد شدن را تجربه کرده است. حتی در لحظاتی انبساط کیهان شتابدار بوده است. این دوره را دوره تورم می نامیم که در بخش بعد درباره آن صحبت خواهیم کرد. به علاوه، در ثانیه نخست برخی ذرات بنیادی به وجود آمده اند. این ذرات بعدها همه اتم ها و مولکول های کیهان را تشکیل خواهند داد.

نخستین سه دقیقه از عمر کیهان



در سه دقیقه نخست خلقت، کیهان به اندازه ای سرد شده است که ذرات بنیادی بتوانند به هم چسبیده و ذرات بزرگتری را تشکیل دهند. مخصوصاً در این دوره کوارک ها به هم چسبیده و هادرون ها (مانند پروتون و نوترون) را تشکیل می دهند.

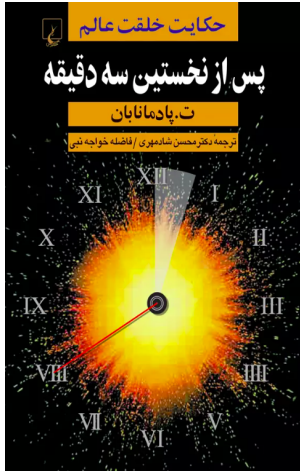
این بخش احتمالاً از نظر فیزیکی و ریاضیاتی چالش برانگیزترین دوره کیهان شناسی است زیرا برای فهم درست آن نیاز به دانش گسترده ای از فیزیک ذرات بنیادی و معادلات نسبیت عام داریم. با این وجود، فیزیک این دوره از بعد از دوره تورم کیهانی به خوبی فهمیده شده و با مشاهدات تطبیق داده شده است.

اتفاقاتی که در این دوره رخ داده است با زبانی ساده و زیبا، و به بهترین نحو، توسط فیزیک دان مشهور استیون واینبرگ در کتاب ”نخستین سه دقیقه“ توضیح داده شده است.

پس از نخستین سه دقیقه نیز پدیده های بسیار مهمی رخ داده اند. مثلاً در ۱۷ دقیقه نخست، هسته اتم ها برای اولین بار در کیهان تشکیل شده اند. عالم آنقدر داغ است (به اندازه قلب ستارگان) که همجوشی هسته ای به راحتی رخ می دهد و برای چند دقیقه هسته های دوتریوم (یکی از ایزوتوپ های هیدروژن)، هلیوم، مقدار بسیار کمی لیتیم و مقدار بسیار ناچیزی بریلیم تشکیل می شوند. البته، بریلیم تولید شده رادیواکتیو بوده و خیلی سریع واپاشی می کند (تبدیل به لیتیم). ولی کیهان هنوز بسیار داغ است و بنابراین اتم های خنثی نمی توانند تشکیل شوند.

جدول دوره‌ای عناصرها																					
۱	۲															۱۷	۱۸				
۱ H هیدروژن ۱.۰۰۸	۲ He هلیوم ۴.۰۰۲															۱۷ F فلور ۱۹.۰۰	۱۸ Ne نئون ۲۰.۱۸				
۳ Li لیتیم ۶.۹۴	۴ Be بهریم ۹.۰۱															۱۵ P فسفر ۳۰.۹۷	۱۶ S گوگرد ۳۲.۰۶	۱۷ Cl کلر ۳۵.۴۵	۱۸ Ar آرگن ۳۹.۹۵		
۵ Na سدیم ۲۲.۹۹	۱۲ Mg منیزیم ۲۴.۳۱															۱۳ Al آلومینیم ۲۶.۹۸	۱۴ Si سیلیسیم ۲۸.۰۹	۱۵ P فسفر ۳۰.۹۷	۱۶ S گوگرد ۳۲.۰۶	۱۷ Cl کلر ۳۵.۴۵	۱۸ Ar آرگن ۳۹.۹۵
۱۹ K پتاسیم ۳۹.۱۰	۲۰ Ca کلسیم ۴۰.۰۸	۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴.۹۶	۲۲ Ti تیتانیوم ۴۷.۸۷	۲۳ V وانادیوم ۵۰.۹۴	۲۴ Cr کروم ۵۲.۰۰	۲۵ Mn منگنز ۵۴.۹۴	۲۶ Fe آهن ۵۵.۸۵	۲۷ Co کوبالت ۵۸.۹۳	۲۸ Ni نیکل ۵۸.۶۹	۲۹ Cu مس ۶۳.۵۵	۳۰ Zn روی ۶۵.۳۷	۳۱ Ga گالیوم ۶۹.۷۲	۳۲ Ge ژرمانیم ۷۲.۶۲	۳۳ As آرسنیک ۷۴.۹۲	۳۴ Se سلنیم ۷۸.۹۶	۳۵ Br بروم ۷۹.۹۰	۳۶ Kr کریپتون ۸۳.۸۰				
۳۷ Rb روبریدیم ۸۵.۴۷	۳۸ Sr استرانسیم ۸۷.۶۲	۳۹ Y ایتریم ۸۸.۹۱	۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱.۲۲	۴۱ Nb نیوبیم ۹۲.۹۱	۴۲ Mo مولیبدن ۹۵.۹۴	۴۳ Tc تکنسیم -	۴۴ Ru روتریم ۱۰۱.۱	۴۵ Rh رودیم ۱۰۱.۰۷	۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶.۴۰	۴۷ Ag نقره ۱۰۷.۹۰	۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲.۴۰	۴۹ In ایندیم ۱۱۴.۸۰	۵۰ Sn قلع ۱۱۸.۷۰	۵۱ Sb آنتیمون ۱۲۱.۸۰	۵۲ Te توریوم ۱۲۷.۶۰	۵۳ I یُد ۱۲۶.۹۰	۵۴ Xe زنون ۱۳۱.۳۰				
۵۵ Cs سزیم ۱۳۲.۹۰	۵۶ Ba باریم ۱۳۷.۳۲	۵۷ Lu لوئسیوم ۱۷۴.۹۶	۷۱ Hf هافنیم ۱۷۸.۱۰	۷۲ Ta تانالتا ۱۸۰.۹۴	۷۳ W تنگستن ۱۸۳.۸۴	۷۴ Re رنیوم ۱۸۶.۲۰	۷۵ Os اوسمیوم ۱۹۰.۲۳	۷۶ Ir ایریدیوم ۱۹۲.۲۲	۷۷ Pt پلاتین ۱۹۵.۰۸	۷۸ Au طلا ۱۹۶.۹۷	۷۹ Hg جیوه ۲۰۰.۵۹	۸۱ Tl تالیوم ۲۰۴.۳۸	۸۲ Pb سرب ۲۰۷.۲۰	۸۳ Bi بزموت ۲۰۸.۹۸	۸۴ Po پولونیوم ۲۰۹.۰۰	۸۵ At آستاتین ۲۱۰.۰۰	۸۶ Rn رادیواکتیو ۲۲۲.۰۰				

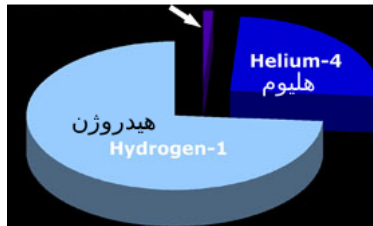
پس از نخستین سه دقیقه



در دقیقه بیست پس از مهبانگ، کیهان به حدی سرد شده است که همجوشی هسته ای متوقف می شود. محاسبات نشان می دهد که در این لحظه باید سه برابر تعداد اتم های هلیوم در کیهان، اتم هیدروژن داشته باشیم. این نسبت که از کیهان آغازین به جا مانده است، همچنان کم و بیش برقرار است. در واقع حتی در خورشید هم این نسبت وجود دارد.

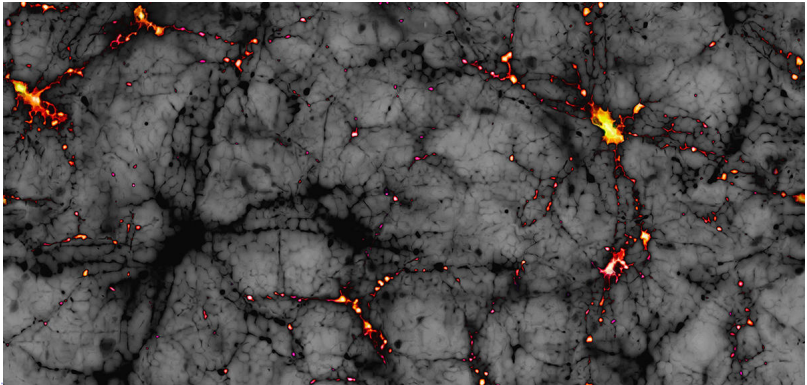
اتفاقات رخ داده پس از نخستین سه دقیقه نیز به خوبی در کتاب ”پس از نخستین سه دقیقه“ نوشته تانو پادمانابان توضیح داده شده است.

سهم عناصر سنگین تر



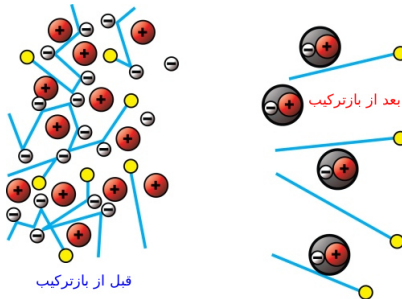
تشکیل ساختار

کیهان همچنان داغ است، ولی انبساط پیدا کرده و در حال سرد شدن است. در حین این انبساط، ماده تاریک (که برهمکنش بسیار ناچیزی با ماده معمولی دارد) تشکیل ساختار را آغاز می کند. نیروی غالب در فرایند تشکیل ساختار نیروی گرانش است. بعدها که ماده معمولی نیز به اندازه کافی سرد شد، درون این ساختارهای تشکیل شده توسط ماده تاریک سقوط کرده و ستارگان و کهکشان ها تشکیل خواهند شد.



دوره بازترکیب

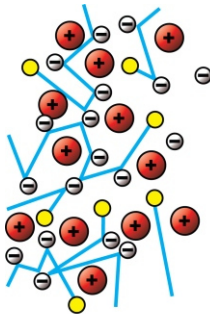
- تا مدت هاپس از لحظه آغازین، کیهان به حدی گرم است که الکترون ها نمی توانند جذب هسته اتم ها شده و اتم های خنثی را تشکیل دهند. در واقع حتی اگر اتم های خنثی به صورت لحظه ای تشکیل شوند، فوتون های بسیار پر انرژی به الکترون ها برخورد کرده و آنها را به بیرون اتم پرت می کنند. در نتیجه همه اتم ها در این دوره یونیزه هستند.
- ولی حدوداً ۳۸۰ هزار سال پس از مهبانگ کیهان به اندازه کافی انبساط پیدا کرده و سرد شده است؛ در نتیجه حالا، برای اولین بار، الکترون ها می توانند جذب هسته اتم ها شده و اتم های خنثی را تشکیل دهند. این دوره را دوره بازترکیب می نامند.



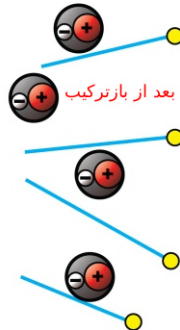
دوره بازترکیب

• بازترکیب اتفاق بسیار مهمی است!

• الکترون‌های آزاد به راحتی می‌توانند فوتون‌ها را جذب کنند. بنابراین، قبل از دوره بازترکیب، کیهان کدر بوده است، یعنی هیچ نوری از محیط آن به ما نرسیده است. ولی پس از بازترکیب، الکترون‌های آزاد بسیار کمیاب شده و در نتیجه فوتون‌ها آزاد شده و کیهان شفاف شده است. این اولین نوری است که از اتفاقات مه‌بانگ به ما رسیده است. ما این نور را تابش زمینه کیهانی می‌نامیم.



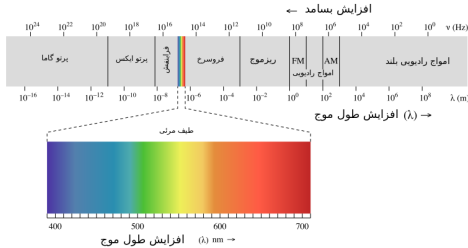
قبل از بازترکیب



بعد از بازترکیب

تابش زمینه کیهانی

- اتم‌های خنثی تشکیل شده در دوره بازترکیب تقریباً به اندازه یک ستاره کوتوله قرمز داغ بوده‌اند. در نتیجه فوتون‌های تابش شده از این اتم‌ها پر انرژی بوده و طولی موجی در بازه مرئی داشته‌اند. ولی این نور در اثر انبساط کیهان دچار قرمزگرایی شده است و حالا در بخش ریزموج طیف مشاهده می‌شود.



تابش زمینه کیهانی

- تابش زمینه کیهانی از همه نقاط کیهان به سمت ما می آید. این تابش که توسط مدل مهبانگ پیش بینی شده است، اطلاعات بسیار مهمی را درباره ساختار، تحول و فیزیک عالم (قبل و بعد از بازترکیب) به ما می دهد. اولین تصویر از تابش زمینه کیهانی را در زیر ملاحظه می کنید.

2.725 K



تابش زمینه کیهانی

این نور تقریباً در همه جهات به صورت یکسان دریافت می شود و تا حد بسیار خوبی همگن است. در نتیجه، ماده در دوره بازترکیب باید به صورت بسیار یکنواختی پخش بوده باشد. همچنین، همه ماده در آن دوره باید تقریباً در دمای یکسانی بوده باشد. اگر یکی از ناحیه ها در آن زمان چگال تر می بود، باید آن ناحیه در دمای بیشتری قرار می داشت. در نتیجه ما آن ناحیه را به صورت یک ناحیه بزرگ قرمزرنگ (و یا آبی رنگ) در تابش زمینه می دیدیم.

2.725 K



معما

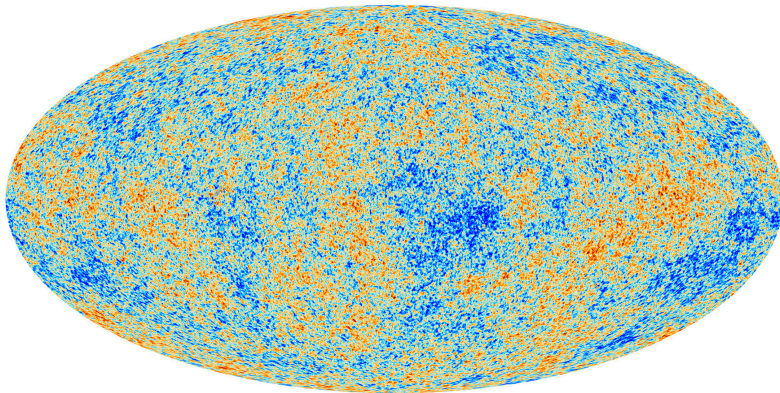
- یکنواختی تابش زمینه کیهانی تا این حد البته عجیب است. چرا؟
- وقتی به تابش زمینه کیهانی در دو جهت مخالف آسمان می نگریم، در واقع داریم به دو نقطه مخالف در کیهان نگاه می کنیم. حتی در دوره بازترکیب هم این دو نقطه از آسمان فاصله بسیار عظیمی با یکدیگر داشته اند و بنابراین می توانسته اند کاملاً به صورت مجزا و متفاوت تحول پیدا کنند. یعنی نقاط بسیار دور کیهان نباید چندان شبیه به هم باشند، ولی این نقاط بسیار شبیه به هم هستند.

2.725 K

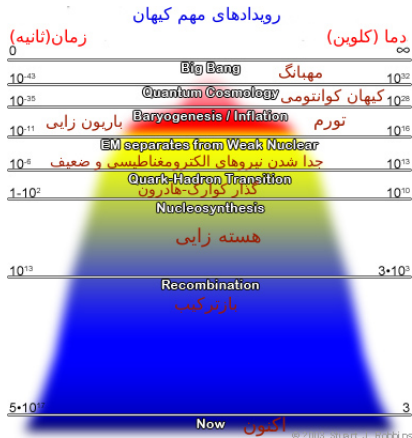


معما

البته با بهبود بسیار زیاد تلسکوپ ها، حالا می بینیم که نقاط مختلف آسمان تفاوت هایی در دمای تابش زمینه کیهانی نشان می دهند. ولی این اختلاف دمایی بسیار بسیار کوچک است (در حد چند صدهزارم). مثلاً دمای تابش یک نقطه از آسمان ممکن است در حد $2.72500 K$ بوده در حالی که در سمت دیگر دما برابر $2.72501 K$ است.



تورم کیهانی



بنابراین باید طی فرایندی در گذشته کیهان به چنین یکنواختی رسیده باشد. این ایده آلن گوث را بر آن داشت که مدل تورم کیهانی را مطرح کند. بنا به این مدل، کیهان در مراحل ابتدایی مهبانگ دچار یک انبساط شتابدار بسیار شدید شده است. سپس این انبساط شتابدار متوقف شده و انبساط کند شونده شروع شده است (که تا همین اواخر و شروع دوره انرژی تاریک ادامه داشته است).

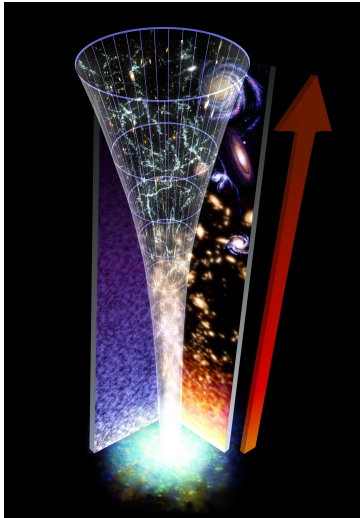
دلیل پدیده تورم، فرایند آن و نحوه توقف آن همچنان مورد فرضیه سازی دانشمندان است؛ ولی، اکثر کیهان شناسان اعتقاد دارند که برای توضیح مشاهدات کیهان، وجود چنین مرحله ای ضروری است. تورم باعث شده است که مقادیر بسیار زیادی انرژی به درون ساختار فضا زمان وارد شود.

بنیانگذاران اصلی مدل تورم

- بنیانگذاران اصلی مدل تورمی را در مراسم دریافت جایزه دیراک (۲۰۰۲) مشاهده می کنید. از چپ به راست: آلن گوث، پاول اشتین هارت و آندره لینده.



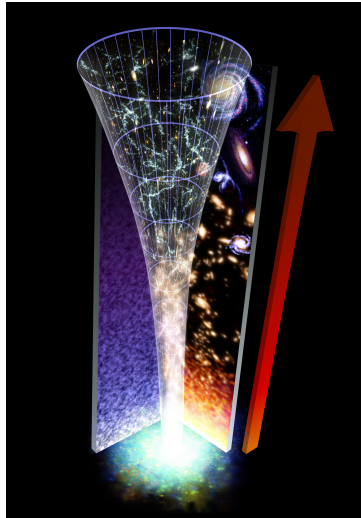
چرا دوره تورم کیهانی لازم است؟



تورم کیهانی توضیح می دهد که چرا کیهان در دوره بازترکیب چنان یکنواخت بوده است. در واقع در دوره تورم، فضا چنان سریع انبساط پیدا کرده است که هرگونه ناهمگنی در ساختار مواد همگن شده است. وضعیت مثل کشیدن و تکان دادن ملافه است برای اینکه چین و چروک آن برطرف شود. البته تورم برخی مشکلات دیگر در کیهان شناسی را نیز توضیح می دهد.

افت و خیزهایی که ما در حال حاضر در تابش زمینه کیهانی مشاهده می کنیم نتیجه افت و خیزهای بسیار بسیار کوچک کوانتومی در ساختار فضا در دوره تورم هستند. با رشد این افت و خیزها، کم کم ماده تاریک به سمت آنها جذب شده و تشکیل ساختار کیهانی آغاز شده است. همانطور که پیشتر گفته شد، پس از تشکیل ساختار توسط ماده تاریک، ماده معمولی به درون ساختارها سقوط کرده و ستارگان و کهکشان ها متولد شده اند. این اتفاق حدودا چهارصد میلیون سال پس از مهبانگ رخ داده است.

پرسش های باز



فیلم شماره ۲ را ببینید.

البته همچنان پرسش های بسیار مهمی باید پاسخ داده شوند:

۱ انرژی تاریک چیست و آیا نقشی در این فرایند داشته است؟

۲ ماده تاریک چیست و نقش آن در تحول کیهان آغازین چگونه بوده است؟

۳ تکینگی آغازین به چه دلیلی رخ داده است؟
۴ آیا جهان های دیگری نیز به جز جهان ما وجود دارند؟

۵ آیا چیزی قبل از مهبانگ وجود داشته است؟ فضا و زمان چگونه؟ آیا اصلاً چنین پرسشی معنی دار است؟

نکات مهم این درس

انتظار این است که در انتهای این درس شما بتوانید تاریخچه مختصر کیهان را بیان کنید. همچنین، انتظار می رود که بتوانید پرسش های زیر را پاسخ گوید:

- ۱ شتابدهنده های ذرات چطور می توانند به ما در درک کیهان آغازین کمک کنند؟
 - ۲ پژوهش: درباره انواع شتابدهنده های ذرات، نحوه کار و هدف آنها تحقیق کنید.
 - ۳ چرا کیهان در گذشته داغ و چگال بوده است؟
 - ۴ گذار فاز در فیزیک چیست؟ یک مثال از گذار فاز بیاورید.
 - ۵ اگر جامدی را تا دماهای بسیار زیاد گرم کنیم چه گذار فازهایی در آن رخ می دهد؟
 - ۶ مراحل تحول کیهان را به اختصار نام ببرید.
 - ۷ منظور از اتحاد نیروهای بنیادین فیزیک چیست؟
 - ۸ در ثانیه نخست کیهان چه پدیده های رخ داده است؟
 - ۹ در سه دقیقه نخست کیهان چه پدیده های رخ داده است؟
 - ۱۰ در بیست دقیقه نخست کیهان چه پدیده های رخ داده است؟
 - ۱۱ تشکیل ساختار در کیهان چگونه رخ داده است؟
 - ۱۲ توضیح دهید که چگونه اولین نور تابش شده در عالم از دوره بازترکیب به ما رسیده است.
 - ۱۳ نور تابش شده در دوره بازترکیب در چه بخشی از طیف الکترومغناطیسی قرار داشته است؟ تابش دریافت شده چطور؟
 - ۱۴ دمای تابش زمینه کیهانی چقدر است؟ افت و خیز دمایی در تابش زمینه کیهانی چقدر است؟
 - ۱۵ چرا از نظر کیهان شناسان یکنواختی تابش زمینه کیهانی عجیب است؟
 - ۱۶ منظور از تورم کیهانی چیست؟ تورم کیهانی چطور می تواند یکنواختی تابش زمینه کیهانی را توضیح دهد؟
- اگر درباره هرکدام از مفاهیم یاد شده بالا مشکلی احساس می کنید، می توانید درس را یک بار دیگر مرور کنید.

مبحث بعدی: آینده کیهان بنا به فهم کنونی ما

- در جلسه بعد آینده کیهان را، بنا به فهم کنونی ما، بررسی خواهیم کرد. این موضوع البته بسیار چالش برانگیز است و ممکن است وقتی درک ما در آینده از ماده و به ویژه انرژی تاریک تغییر کند، این سناریوها نیز به کلی تغییر کنند.



با سپاس از توجه شما،
لطفاً ما را در شبکه های
اجتماعی دنبال کنید.